



As estratégias enunciativas de uma professora de química e o engajamento disciplinar produtivo dos alunos em atividades investigativas

The enunciative strategies of a chemistry teacher and the productive disciplinary engagement of the students during inquiry-based activities

Adjane da Costa Tourinho e Silva

Colégio de Aplicação.

Núcleo de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (NPGEICIMA) - UFS

adtourinho@terra.com.br

Eduardo Fleury Mortimer

Faculdade de Educação (FAE) / Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)

mortimer@netuno.lcc.ufmg.br

Resumo

Este artigo apresenta uma descrição e análise das estratégias enunciativas articuladas por uma professora de Química ao longo de atividades investigativas, em uma turma de 2ª série do ensino médio, relacionando tais estratégias ao envolvimento dos alunos. As estratégias enunciativas são caracterizadas considerando-se a dimensão da interatividade da estrutura analítica proposta por Mortimer et al. (2007), a qual compõe-se dos seguintes conjuntos de categorias: locutor, padrões de interação, abordagem comunicativa e intenções do professor. O artigo discute como as estratégias enunciativas articuladas, associadas às estruturas das atividades propostas, se adequam aos princípios característicos de ambientes que propiciam um engajamento disciplinar produtivo dos alunos (ENGLE; CONANT, 2002). O artigo discute ainda as evidências de engajamento disciplinar produtivo dos alunos considerando momentos em que estes interagem entre si, em pequenos grupos.

Palavras-chave

Atividades investigativas de química; estratégias enunciativas; engajamento disciplinar produtivo.

Abstract

This article presents a description and an analysis of the enunciative strategies used by a chemistry teacher in inquiry-based activities developed in an 11th grade classroom, during the laboratory lessons. It relates these enunciative strategies with the involvement of the students. The enunciative strategies are characterized considering the interactive dimension of the analytical framework proposed by Mortimer et al (2007), which is composed by such category sets: speaker, patterns of interactions, teaching purposes and communicative approach. It discusses how the articulated strategies, associated to the structures of the proposed activities, fit the characteristic principles of environments which provide a productive disciplinary engagement of the students (ENGLE; CONANT, 2002). The article also further discusses the evidence of productive disciplinary engagement of the students, considering moments in which they interact amongst themselves in small groups.

Key words

Inquiry-based chemistry activities; enunciative strategies; productive disciplinary engagement.

Introdução

O interesse na linguagem, entendida como recurso semiótico constitutivo da atividade mental, tem permeado nas últimas décadas um grande número de pesquisas e propostas curriculares que, com diferentes formas e propósitos, voltam-se para o processo de construção de significados nas salas de aula de Ciências em todo o mundo. Tais pesquisas, inseridas numa perspectiva sociocultural de educação, pressupõem a natureza histórica e localmente situada da aprendizagem, considerando ainda que os indivíduos, em ambientes específicos, estabelecem uma variedade de interações discursivas, as quais refletem os diferentes papéis por eles assumidos nesses ambientes (GREEN; KELLY, 1998; CASTANHEIRA, 2000). Nessa perspectiva, a compreensão das estruturas das interações, bem como de seus aspectos discursivos, torna-se relevante, favorecendo a percepção do processo pelo qual ocorre a interanimação de diferentes idéias e a consequente construção de outras novas em ambientes de aprendizagem.

Estudos como os de Mehan (1979), Sinclair e Coulthard (1975), Cazden (1972) e outros, no campo da etnografia, iniciaram, na década de 1970, tentativas de compreender a natureza e as implicações das interações em sala de aula, revelando as suas formas e funções; como essas interações são configuradas e tornam-se significativas; e quais as suas implicações para a aprendizagem dos estudantes. Trabalhos mais recentes na área de Educação em Ciências (LEMKE, 1990; WELLS, 1999; MORTIMER; SCOTT, 2003; SCOTT; MORTIMER; AGUIAR, 2006; MORTIMER; MASSICAME; BUTY; TIBERGHEN, 2007; SILVA, 2008, dentre outros) têm avançado na discussão acerca das variações nos padrões de interação. Em alguns desses trabalhos, observa-se também uma análise discursiva das estruturas de interação, as quais são associadas a diferentes funções e tipos de discurso.

Um aspecto importante que se encontra subjacente às pesquisas que se voltam para os padrões interacionais em sala de aula corresponde à idéia de que o progresso nas lições escolares requer do estudante não apenas uma compreensão estrita e passiva do conteúdo, mas a aquisição da competência para se envolver nas conversações tomando adequadamente o turno de fala e falando de modo apropriado. Considerando-se que nas

interações face-a-face, fala e comportamento não-verbal são constituintes dos papéis desempenhados pelos indivíduos, os padrões de alocação de turnos na comunicação evidenciam diferentes possibilidades de ação, podendo desse modo, tanto constranger quanto favorecer no aluno o processo de construção de novas idéias. Nesse sentido, entendemos a importância de focalizar as ações discursivas do professor ao gerenciar as interações em sala de aula, buscando promover as falas dos alunos nas conversações, a fim de que sejam gerados os enunciados pretendidos.

No trabalho apresentado neste artigo, o qual é parte de uma pesquisa de doutorado (SILVA, 2008), nós analisamos os movimentos discursivos e interativos de uma professora de Química que caracterizam as aulas realizadas em laboratório, em uma turma de 2ª série do ensino médio, numa escola da rede particular de ensino da cidade de Belo Horizonte. Tais movimentos, voltados para a aparição dos enunciados pretendidos, são então denominados de estratégias enunciativas (MORTIMER et al., 2007; SILVA; 2007 a e b). A análise é desenvolvida considerando-se a dimensão da interatividade da estrutura analítica proposta por Mortimer et al. (2007) a qual é composta pelos seguintes conjuntos de categorias: locutor, padrões de interação, intenções do professor e abordagem comunicativa. Ao focalizarmos uma atividade investigativa específica desenvolvida ao longo de algumas aulas de laboratório, identificamos o ritmo com que a professora emprega as categorias desta dimensão neste tipo de aula, o qual se distingue consideravelmente daquele que caracteriza as aulas desenvolvidas em sala de aula regular.

Discutimos, ainda, como as estratégias constituintes deste ritmo podem ser percebidas como facilitadoras do envolvimento dos alunos com as atividades propostas. Consideramos, nessa discussão, o conceito de engajamento disciplinar produtivo (EDP), proposto por Engle e Conant (2002). Tal conceito expressa uma tendência investigativa na área de educação em ciências, que busca compreender como são geradas em sala de aula as oportunidades para a aprendizagem. Vários estudos (ver, por exemplo, ROYCHOUDHURY; ROTH, 1996; KELLY; BROWN; CRAWFORD, 2000; CRAWFORD, 2005; DRIVER; NEWTON; OSBORNE, 2000; POLMAN; PEA, 2001; CHIN; CHIA, 2004; SCOTT; MORTIMER; AGUIAR, 2006, dentre outros), inseridos numa perspectiva sociocultural em educação, analisam como as salas de aulas de ciências podem se constituir em ambientes que encorajam os alunos para tomarem a iniciativa e responsabilidade por sua própria aprendizagem, e como o professor atua nesse processo. Nesses estudos, percebe-se a valorização de ambientes que possibilitam aos alunos expressarem seus pontos de vista durante as discussões e serem reflexivos. O papel do professor na construção desses ambientes, articulando estratégias que fomentem as interações discursivas e oferecendo suporte para guiar os estudantes na internalização de idéias, torna-se fundamental.

A proposta deste artigo é, portanto, apresentar uma análise das relações entre as estratégias enunciativas articuladas por uma professora de química ao longo de atividades investigativas e o envolvimento dos alunos com tais atividades. Procuramos, deste modo, avançar na discussão sobre as implicações das ações de professores, ao gerenciar e disponibilizar espaço para os diversos tipos de interações discursivas em sala de aula, na aprendizagem dos alunos. Ao caracterizarmos as estratégias enunciativas articuladas pela professora analisada, consideramos como tais estratégias, em seus aspectos interativos, associadas à estrutura das atividades propostas, se adequam aos princípios apontados por Engle e Conant (2002) como característicos de ambientes que fomentam o engajamento dos alunos nas atividades desenvolvidas. Os aspectos que evidenciam o engajamento, por sua vez, foram

obtidos por meio de uma análise discursiva das interações dos alunos, nos momentos em que eles discutiam entre si, em pequenos grupos.

Aspectos teórico-metodológicos

O sistema de categorias – a dimensão da interatividade

O sistema analítico utilizado nessa pesquisa, proposto por Mortimer, Massicame, Buty e Tiberghien (2007), foi inspirado na estrutura analítica de Mortimer e Scott (2002, 2003) e nos trabalhos sobre modelos e modelagem de Tiberghien (1994). Tendo referência em Vygotsky e, sobretudo, na Filosofia da Linguagem de Bakhtin, o sistema volta-se para a identificação de estratégias enunciativas típicas das salas de aula de ciências, como forma de caracterizar o gênero do discurso desses ambientes. Considera-se, assim, que tal gênero corresponde a um repertório de estratégias enunciativas típicas, recorrentes nessas salas de aula, mas que podem ser atualizadas por cada professor nos contextos específicos de sua atuação. Nesse sentido, o gênero do discurso da sala de aula é abordado enfocando-se o processo de produção dos enunciados, o qual pode envolver diferentes sujeitos em interação. (SILVA, 2008)

O sistema analítico pode ser percebido como composto por duas principais dimensões: uma que compreende os aspectos interativos e outra que compreende os aspectos epistêmicos das estratégias enunciativas (ibidem). Em relação à dimensão da interatividade, as categorias permitem analisar como as diferentes estruturas de interação relacionam-se às diferentes funções e tipos de discurso. Na dimensão epistêmica, o foco principal recai nos movimentos de contextualização e descontextualização por meio do qual os conhecimentos são construídos ao longo das interações, até se apresentarem na forma de claros enunciados ao final de determinados segmentos do discurso da sala de aula.

A seguir, apresentamos as categorias que compõem a dimensão da interatividade para, em seguida, descrevermos os procedimentos de coleta e de análise dos dados envolvendo tais categorias.

Locutor

A categoria locutor indica aquele que detém o turno de fala ao longo das interações. A metodologia que usamos solicita que tal categoria seja codificada ao tempo em que são codificados os padrões de interação, uma vez que estes são determinados pela alternância de turnos entre os sujeitos falantes.

Padrões de interação

Os padrões de interação referem-se a modos de alternância de turnos de fala entre alunos e professor ou mesmo entre alunos. Para dar conta da diversidade de situações e padrões apontados na literatura, Mortimer et al (2007) definiram um conjunto de 21 categorias que codificam os turnos e identificam os padrões de interação. Tomando por base o trabalho de Mehan (1979), foram definidos 4 tipos de iniciação, aplicáveis tanto às iniciações do professor quanto às dos estudantes:

1. Iniciação de escolha (Ie): de acordo com Mehan (1979: 44) “a elicitación de escolha demanda ao respondente que concorde ou discorde com uma afirmação feita pelo perguntador”.
2. Iniciação de produto (Ipd): de acordo com Mehan (1979: 44) “a elicitación de produto demanda ao respondente uma resposta factual como um nome, um lugar, uma data, uma cor”.
3. Iniciação de processo (Ipc): de acordo com Mehan (1979: 45) “a elicitación de processo demanda a opinião ou interpretação do respondente”.
4. Iniciação de metaproceto (Impc): de acordo com Mehan (1979: 46) “um quarto tipo de elicitación demanda aos estudantes que sejam reflexivos sobre o processo de estabelecer conexões entre elicitaciones e respostas. Essas elicitaciones são chamadas de metaproceto porque elas pedem ao estudante para formular as bases de seu pensamento.”

Correspondendo a esses 4 tipos de iniciação, existem também 4 tipos de resposta. Esse conjunto de 4 categorias, combinado com a possibilidade de uma iniciação ou uma resposta ter sido enunciada pelo professor ou por um estudante, dá origem a 16 diferentes categorias.

Além dessas 16 categorias, são definidas outras 5:

17. Avaliação, pelo professor (A): um turno de fala que é usado para fechar tanto uma sequência triádica (I-R-A; iniciação do professor, resposta do aluno e avaliação do professor), quanto uma cadeia fechada de interações.
18. Feedback ou prosseguimento (F), normalmente pelo professor: um turno de fala que demanda uma elaboração adicional do aluno, dando prosseguimento à sua fala. Os feedbacks geralmente dão origem a cadeias de interação.
19. Síntese final da interação, pelo professor (Sf): um turno de fala do professor quando este, após fechar uma sequência com uma avaliação, produz um enunciado final para sintetizar os pontos principais ou o conteúdo do enunciado que foi produzido na sequência.
20. Sem interação (Sem int): quando apenas o professor fala, sem alternar turnos com os alunos ou sem que essa fala seja o fechamento de uma sequência de troca de turnos.
21. Troca verbal (Tr.verb): uma sequência de troca de turnos que é muito aberta e difícil de enquadrar-se nas categorias definidas anteriormente.

Abordagem comunicativa

A abordagem comunicativa fornece a perspectiva sobre como o professor trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas que resultam em diferentes padrões de interação. De acordo com Mortimer e Scott (2003), quando esse trabalho é desenvolvido, a abordagem do professor pode ser caracterizada ao longo de duas dimensões. A primeira pode ser percebida como um contínuo entre dois pólos extremos: no primeiro, o professor considera o que os estudantes têm a dizer considerando seus próprios pontos de vista; no segundo extremo, o professor considera o que o estudante tem a dizer apenas do ponto de vista da ciência escolar. A primeira dessas posições, que permite uma interanimação de diferentes idéias, é chamada de abordagem comunicativa dialógica e, a segunda, abordagem comunicativa de autoridade.

A dimensão discurso dialógico - discurso de autoridade relaciona-se à distinção estabelecida por Bakhtin (1986) entre discurso de autoridade e discurso internamente persuasivo. Esses diferentes tipos de discursos ligam-se a um sentido particular do conceito de dialogia, o qual se relaciona aos diferentes ambientes históricos, culturais e institucionais específicos em que a linguagem é estruturada. Num sentido mais amplo, considera-se que o dialogismo é uma característica inerente a qualquer discurso, uma vez que todo discurso/enunciado encontra-se orientado para o outro, possibilitando, inevitavelmente, as contra-palavras, num movimento essencialmente dialógico; todavia, num sentido mais restrito, considera-se que as possibilidades para que haja uma interanimação de vozes e geração de novos significados não são as mesmas em qualquer discurso, manifestado em diferentes ambientes. Dessa forma, o autor propõe as noções de discurso de autoridade e de discurso internamente persuasivo. No primeiro tipo, os enunciados e seus sentidos são relativamente fixos, não sendo modificados ao entrarem em contato com outros. No segundo, o discurso internamente persuasivo, abre-se espaço para diferentes pontos de vista, possibilitando que as palavras do falante sejam influenciadas pelas contra-palavras.

Além desta distinção apresentada por Bakhtin, Mortimer e Scott (2003), ao estabelecerem o contínuo dialógico - de autoridade, também tomam a idéia de dualismo funcional dos textos proposta por Lotman. Para Lotman, todos os textos desempenham duas funções básicas: “comunicar significados adequadamente e criar novos significados” (LOTMAN, 1988, apud WERTSCH, 1991; p. 34). Tais funções podem ser, respectivamente, denominadas de unívoca e dialógica do texto. A idéia de dualismo funcional é estabelecida considerando-se que ambas as funções estão presentes em quase todos os textos, sendo que, na maioria dos casos, uma ou outra função tende a predominar. Quando a ênfase principal de um texto é a transmissão precisa de informações, predomina a função unívoca. Esta corresponde a uma vinculação passiva que transporta algumas informações constantes entre transmissor e receptor. Os gêneros de fala organizados em torno da função unívoca apresentam pouco espaço para que a voz receptora desafie e, portanto, influencie a voz transmissora. Por outro lado, quando a ênfase de um texto recai em maior grau na geração de significados, a função é dialógica. Nesse segundo caso, há uma interação de estruturas para gerar algo novo.

Um importante aspecto a ser considerado, é que uma sequência de fala pode ser de natureza dialógica ou de autoridade, independentemente de ser enunciada individualmente ou por várias pessoas. O que faz o discurso funcionalmente dialógico é o fato de diferentes idéias serem consideradas, e não o fato de ser produzido por um grupo de pessoas ou por um indivíduo solitário. Isso leva os autores a apresentar a segunda dimensão da abordagem comunicativa. Esta considera que a abordagem pode ser interativa, quando envolve a participação de mais de uma pessoa, ou não-interativa, quando apenas uma expõe o seu ponto de vista. (MORTIMER; SCOTT, 2003). Combinando essas duas dimensões, tem-se um conjunto de quatro categorias que são usadas para codificar a abordagem comunicativa: 1 – Interativa e dialógica (I/D); 2 – Interativa e de autoridade (I/A); 3 – Não-interativa e dialógica (NI/D); 4 - Não-interativa e de autoridade (NI/A)

Intenções do professor

As intenções do professor correspondem a metas que se encontram presentes tanto no momento da elaboração e seleção de atividades quanto da sua execução. Este grupo de categorias ancora-se principalmente nas concepções de Vygotsky sobre o processo de internalização de idéias, envolvendo a noção de ZDP e a atuação do professor nessa zona. As

intenções do professor são então consideradas: criando um problema; explorando a visão dos estudantes; introduzindo e desenvolvendo a 'estória científica'; guiando os estudantes no trabalho com as idéias científicas, e dando suporte ao processo de internalização; guiando os estudantes na aplicação das idéias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e responsabilidade por esse uso e, por fim, mantendo a narrativa.

Embora os aspectos discutidos tenham sido desenvolvidos em relação ao papel e às ações do professor, eles também podem ser usados para caracterizar as interações entre estudantes.

A coleta de dados e os procedimentos analíticos

As gravações em vídeo foram o principal recurso para possibilitar uma análise dos aspectos discursivos e interacionais pretendidos em nossa análise. Cada aula de laboratório filmada foi registrada em dois arquivos digitais, que correspondem respectivamente às capturas feitas por uma câmera posicionada na parte posterior do laboratório (voltada para a professora) e por outra câmera que ficou junto ao grupo de alunos selecionado para a pesquisa. Os dados registrados em vídeo correspondentes à câmera voltada para a professora foram submetidos a um mapeamento. Os arquivos que oferecem a imagem dos alunos do grupo pesquisado, discutindo entre si, foram consultados para análise do seu engajamento disciplinar produtivo (EDP).

O trabalho de mapeamento envolveu diferentes etapas, tendo-se em vista as categorias que foram aplicadas na análise das aulas¹. A análise aqui apresentada solicitou dois tipos de mapa: o de episódios e o de sequências discursivas. Tais mapas priorizam diferentes unidades analíticas que representam diferentes segmentos do discurso da sala de aula. Os episódios podem ser entendidos como segmentos de uma aula com fronteiras temáticas bem nítidas; todavia, há um conjunto de características que permitem a delimitação dos episódios, além do tema, sendo elas: a fase da atividade na qual o episódio tem lugar, as ações dos participantes, as formas como os participantes se posicionam no espaço físico no qual ocorrem as interações e as formas pelas quais os participantes interagem entre si e com os recursos materiais utilizados (MORTIMER et al., 2007). Os episódios são constituídos por unidades menores - as sequências discursivas. Estas apresentam também fronteiras temáticas bem definidas, sendo ainda bem caracterizadas por suas estruturas de interação.

Desta forma, por meio dos mapas de episódios é possível perceber como uma aula encontra-se estruturada em seus diferentes temas, o espaço físico ocupado pelos sujeitos da sala de aula- professor e alunos- nas diferentes fases das atividades, o fluxo do discurso² assumido pelo professor nestas fases e a alternância entre momentos em que o professor interage ou não com toda a turma ou com grupos de alunos em particular. Nos mapas de sequências discursivas, por sua vez, é possível perceber os episódios divididos em suas sequências discursivas, bem como a alternância entre os padrões de interação, a abordagem comunicativa e as intenções do professor que caracterizam cada uma das sequências.

¹ Uma discussão detalhada sobre o trabalho de categorização dos dados e confecção dos mapas de análise encontra-se em SILVA, 2008.

² De acordo com Mortimer et al (2007) os tipos de conteúdo do discurso do professor podem ser: de gestão e manejo de classe, de experimento, procedimental, de conteúdo escrito e de conteúdo científico.

Resultados e Discussão

As estratégias enunciativas

A atividade que discutimos a seguir denomina-se “Diferença entre calor e temperatura”³. A sequência abaixo transcrita corresponde ao momento em que a professora propõe a atividade aos alunos. Ela se constitui na primeira fase da atividade investigativa.

Turno	Transcrições	Comentários contextuais
1	<p>Profa.: Na linguagem cotidiana estamos acostumados a lidar com a idéia de calor relacionado a temperaturas elevadas. Além disso, essa idéia vem acompanhada da noção de que calor é diretamente proporcional à temperatura. Quanto mais quente mais calor há no material, né? É uma idéia cotidiana muito comum. As idéias científicas de calor e temperatura nem sempre coincidem com as idéias cotidianas.</p> <p>Esta atividade tem como objetivo investigar o conceito de calor relacionado à temperaturas de um material. Qual relação há entre eles? Então, qual relação há entre os conceitos de calor e temperatura? Além disso, vamos procurar compreender melhor o conceito científico de calor, que envolve a noção de energia em transferência e não uma propriedade intrínseca ao material, ou seja, o material não possui calor.</p> <p>Então, nós vamos trabalhar um pouquinho sobre isso amanhã. Tranquilo, pessoal?</p>	A professora lê o texto posicionada no fundo do laboratório, na parede oposta ao quadro de giz, pontuando esse texto com algumas observações.

Quadro 1: Fase 1 da atividade: Propondo a atividade investigativa.

Esta sequência discursiva exemplifica como as atividades investigativas são propostas. Nela, a professora Sara lê um pequeno texto introdutório, que faz parte do roteiro da atividade previamente entregue à turma. O texto aponta para idéias que dão a direção da investigação, indicando quais objetivos irão guiá-la. Fica claro que, ao final da atividade, os alunos devem ser capazes de estabelecer uma relação entre os conceitos de calor e de temperatura, bem como contrastar o conceito científico com o conceito cotidiano de calor.

A intenção da professora nessa sequência discursiva é criar um problema a fim de engajar os alunos no desenvolvimento inicial da estória científica. Ao apresentar a concepção cotidiana de calor e sugerir que tal concepção não corresponde à científica, ela busca envolver intelectual e emocionalmente os alunos na atividade investigativa proposta. Em um momento final da atividade, esses diferentes conceitos deverão ser contrastados. Com relação à abordagem comunicativa, é possível verificar que se trata de uma abordagem não-interativa/dialógica. A concepção cotidiana de calor é apresentada e a científica é sugerida,

³ Essa atividade foi adaptada daquela apresentada no livro “Química para o ensino médio: volume único” de Mortimer e Machado, da Série Parâmetros-Editora Scipione. A atividade consistiu de dois experimentos, nos quais volumes iguais (50 mL) de água a diferentes temperaturas, em dois béqueres distintos, foram misturados. No primeiro experimento, a água do béquer 1 e a água do béquer 2 encontravam-se à temperaturas menores que aquelas do experimento 2; todavia o gradiente de temperatura entre essas águas no experimento 1 era maior que aquelas do experimento 2. O fato de haver maior quantidade de calor transferido de um sistema a outro, no experimento 1, em que os sistemas encontravam-se em temperaturas menores que as dos sistemas no experimento 2, constituiu-se numa situação-chave, um problema investigativo que levaria os alunos a contrastar a idéia científica de calor com a cotidiana, a qual considera que sistemas com maiores temperaturas têm mais calor.

de modo que há, nesse discurso, abertura para esses diferentes pontos de vista. O contraste previsto entre essas duas concepções de calor presume a análise e compreensão de ambas. Isso é apresentado pela professora aos alunos, sem interação.

Na segunda fase da atividade, os alunos desenvolvem os experimentos trabalhando em pequenos grupos. Questões presentes no roteiro solicitam que eles expressem as suas previsões sobre os resultados experimentais, bem como elaborem explicações para os resultados efetivamente obtidos. Tais questões têm um papel fundamental na dinâmica de aula pretendida por Sara, pois possibilitam que as intenções de explorar as idéias prévias dos alunos e de criar um problema sejam concretizadas. Elas favorecem o trabalho inicial da professora com tais idéias, no sentido de instigar um movimento de meta-aprendizagem pelos alunos. A consciência que os alunos adquirem acerca de suas próprias idéias torna-se fundamental para que eles possam refletir mais profundamente sobre as relações entre elas, as quais respaldam as suas previsões, e sobre os resultados experimentais alcançados. Nessa perspectiva, em que se tornam perceptíveis para os alunos as dissonâncias entre as suas concepções prévias e as novas informações apresentadas pelos resultados experimentais, os problemas investigativos são efetivamente instaurados. Como discutiremos a seguir, isso se dá por meio de nítidas intervenções da professora nos grupos, as quais ocorrem ao longo das diferentes interações desenvolvidas.

A transcrição apresentada a seguir é parte de uma sequência discursiva em que a professora interage com um grupo de alunas nessa segunda fase da atividade. As alunas discutiam entre si sobre a transferência de calor de um sistema para outro, os quais consistiam em água a diferentes temperaturas. A expectativa das alunas era a de que a quantidade de calor cedido pela água quente fosse igual àquela recebida pela água fria; todavia, como as condições em que foram realizados os experimentos não evitavam transferência de calor para o ambiente, as quantidades de calor não foram iguais. A intervenção da professora nesse grupo se dá buscando fazer com que as alunas reflitam sobre as suas previsões, dando-lhes consistência, a fim de que possam analisar os resultados experimentais com o nível de percepção por ela pretendido. Alguns turnos de fala foram omitidos, sem prejuízo para a análise que desenvolvemos.

Turno	Transcrições
1	Profa.: Gente, o que é que vocês tão fazendo??? Qual é a questão? ((dirigindo-se para Je))
2	Je: A dois. ((apontando para a questão no papel))
3	Profa.: Questão dois. A questão dois tá falando assim ó: Sem calcular ((enfática)). Antes de calcular, o que vocês pensam sobre a troca de calor?
4	Je: Eu coloquei já o que eu penso.
5	Profa.: O que vocês pensam? Se a gente não explicita essa idéia antes, aí quando a gente chega com os valores a gente não tem essa diferença, tá? Então, eu quero primeiro isso: responde ela sem cálculo.
6	Cla: Eu acho que eu penso diferente do grupo todo.
7	Car: Eu tinha achado / eu tinha falado que era igual. Então vou botar igual.
8	Ca₁: Eu também achei que é igual.
9	Profa.: Por quê?
10	Car: Porque / eu achei que era igual ((risos contidos)).
11	Ca₁: Porque o calor que a água quente perde vai ser o mesmo que a água fria ganha.
12	Cla: Mas eu já fiz a conta e vi que não é.
13	Profa.: Falando isso você está baseando em que?
14	Cla: Eu acho que na lei do calor.

Turno	Transcrições
15	Profa.: Por quê?
16	Cla: Porque uma está à 45 e outra à 25. Elas vão atingir equilíbrio térmico e ficar na temperatura final de 33//
17	Profa.: Você está fazendo conta.
18	Cla: É
19	Ca₁: É difícil não fazer conta.
20	Profa.: Eu estou querendo que você se baseie nos conhecimentos que você tem.
37	Profa.: (...). O que é que a gente tem em mente quando a gente espera que todo o calor cedido pelo corpo seja recebido pelo outro?
38	Car: Ah, como é que é?
39	Cla: Porque o calor não se perde.
40	Profa.: Ó... Calor não se perde. ((pausadamente))
41	Je: Ele se transfere.
42	Profa.: Ele se transfere né?? (...)

Quadro 2: As previsões para as trocas térmicas entre “água quente” e “água fria”.

No fragmento de sequência discursiva acima, a interação da professora com o grupo de alunas foi iniciada a partir da sua intervenção visando garantir que a discussão fosse desenvolvida de acordo com o roteiro proposto. Com exceção da aluna Cla, que realizou os cálculos antes de explicitar suas idéias prévias, o restante do grupo assume que esperava que as quantidades de calor cedido e recebido pelos sistemas fossem iguais. Todavia, nenhuma aluna explica pronta e adequadamente o porquê de suas respostas, que princípio sustenta as suas previsões. Nessa perspectiva, a interação que a professora estabelece com as alunas, a partir do turno 9, se desenvolve principalmente sob a intenção de explorar os seus pontos de vista, fazendo emergir os princípios subjacentes, de modo que elas passem a dar consistência às suas idéias. Interagindo com tal intenção, a professora suspeita/percebe que as previsões das alunas se ancoram no princípio da conservação da energia e explora suas idéias nessa direção. A tomada de consciência, pelas alunas, de que a energia não pode ser destruída, ao tempo em que verificam que a quantidade de calor cedido e recebido não se equivalem, origina um problema de pesquisa. A não equivalência entre as quantidades de calor cedido e recebido adquire, desse modo, um status mais consistente enquanto objeto de discussão, um problema a ser resolvido por meio de uma atividade discursiva entre as integrantes do grupo. Apenas considerando a conservação da energia como um princípio fundamental da química é que a não equivalência dos calores passa a ser percebida como um aspecto problemático no experimento.

Nessa perspectiva, entende-se o esforço da professora em explorar os pontos de vista das alunas, organizando a discussão de modo a favorecer um processo de meta-cognição, fundamental para a percepção dos resultados experimentais discrepantes. Percebemos, portanto, que, em paralelo a intenção de explorar os pontos de vista dos alunos emerge a intenção de criar um problema, uma vez que a tomada de consciência da conservação da energia entra em choque com os resultados experimentais, expressos nos cálculos. A partir desse momento, a discussão tende a ser desenvolvida em direção à explicação sobre porque tal princípio “não foi observado” nos dois experimentos analisados.

A transcrição acima mostra, portanto, como a professora articula a intenção de explorar os pontos de vista das alunas com a intenção de criar um problema. O movimento discursivo que aí se desenvolve é fundamental para o envolvimento do grupo na atividade proposta. Com tais intenções, a professora faz uso de uma abordagem dialógica que, em determinados momentos da sequência, sobretudo em sua parte final (não apresentada), assume certos

nuances de autoridade. Os nuances de autoridade são perceptíveis quando a professora insiste para que as alunas reflitam sobre as suas próprias idéias e percebam as divergências entre suas hipóteses e os resultados experimentais, avaliando as respostas apresentadas.

Abaixo, nós mostramos uma correlação entre os turnos de fala e as categorias do conjunto “padrões de interação” para um pequeno trecho da sequência. As informações apresentadas possibilitam a percepção sobre como as falas da professora e das alunas constituem os diferentes padrões.

Turno 5 - Profa.: *O que vocês pensam? Se a gente não explicita essa idéia antes, aí quando a gente chega com os valores a gente não tem essa diferença, tá? Então, eu quero primeiro isso: responde ela sem cálculo.* - I_{pc}

Turno 6 - Cla: *Eu acho que eu penso diferente do grupo todo.* - R_{mpc}

Turno 7- Car: *Eu tinha achado / eu tinha falado que era igual. Então vou botar igual.* - R_{es}

Turno 8 - Ca1: *Eu também achei que é igual.* - R_{es}

Turno 9 - Profa.: *Por quê?* - I_{pc}

Turno 10 - Car: *Porque / eu achei que era igual ((risos)).* R_{es}

Turno 11 - Ca1: *porque o calor que a água quente perde vai ser o mesmo que a água fria ganha.* R_{pc}

Turno 11 - Cla: *Mas eu já fiz a conta e vi que não é.* R_{es}

O Quadro 3, o qual é parte do mapa de sequências discursivas da aula 03, apresenta os padrões de interação de toda sequência aqui discutida (a partir do turno 5).

Episódio5: Os diferentes grupos discutem enquanto a professora dá suporte a cada um deles				
Sequência	Tempo (inicial- final – hh:mm: ss)	Tema	Padrões de interação	Intenções e abordagem comunicativa
09: Suporte ao grupo- pesquisa 1	00:10:17 00:13:28	Sobre as previsões dos alunos acerca das quantidades de calor cedido pela água quente e recebida pela água fria e os resultados experimentais	I_{pc} - R_{mpc} Cla- R_{es} Car- R_{es} Ca1- I_{pc} - R_{es} Car- R_{pc} Ca1- R_{es} Cla- I_{mpc} - R_{mpc} Cla- I_{pc} - R_{pc} Cla- F - R_{es} Cla- R_{mpc} Ca1- I_{mpc} - R_{mpc} Cla- A - (Turnos 23 e 24)- I_{pc} - R_{mpc} Car- I_{pd} - F_{al} Car- R_{pf} pd- R_{pd} Car- I_{mpc} - (R_{mpc} Cla)- I_{mpc} - R_{es} Car- I_{mpc} - R_{pd} Cla- A - I_{mpc} - F_{al} Car- R_{pd} Cla- A - R_{pd} Je- A - I_{pd} (Sem resp.)- R_{es} Car- A - I_{pd} - R_{pd} Car- A - I_{pd} - (Sem resp)- S_f	Explorar os pontos de vista dos alunos. I/D com fechamento de autoridade

Quadro 3: Fragmento do Mapa de Sequências Discursivas da Aula 03 - Sequência 9 do Episódio 5 (Segunda Fase da Atividade)

Esses padrões contribuem para dar maior visibilidade à intenção e à abordagem comunicativa da professora. Neste quadro, verificamos iniciações e respostas de processo (I_{pc} e R_{pc}) e de metaproceto (I_{mpc} e R_{mpc}) e *feedbacks* (F), os quais expressam a intenção da professora de explorar os pontos de vista das alunas, pois os *feedbacks* ajudam a sustentar as suas falas. Além disso, as iniciações de processo e metaproceto da professora favorecem

as respostas das alunas por meio de enunciados completos. Esse conjunto de características assegura a abordagem comunicativa interativa/dialógica na maior parte da sequência.

Um aspecto importante que se verifica nessas interações é a presença da síntese final, ao final da sequência. Essa estratégia é recorrente nas aulas de Sara. A professora finaliza as sequências retomando as principais idéias trabalhadas no seu decorrer. No excerto abaixo, o qual corresponde ao turno final da professora, podemos perceber como ela pontua as idéias desenvolvidas ao longo da interação antes de indicar a nova demanda do grupo.

Profa.: Todo calor transferido pelo corpo vai ser recebido pelo outro. Beleza. Por isso é que a gente tem essa idéia de que vai ser igual! Ora, se a água quente perdeu o calor, perdeu prá quem? Prá água fria. Isso se o sistema fosse perfeitamente isolado, a Cla já viu que os números não vão dar isso. A gente pode até explicar prá onde é que foi esse resto desse calor, vocês podem até tentar. Mas por que esse pensamento de igual que passa pelo fundo? Tenta falar um pouco sobre isso. Mesmo que não dê o nome da lei, escreve essa questão que vocês estão esperando que tudo que vai ser transferido vai ser recebido. E aí a gente vê quais os problemas que a gente tem no experimento em si, né?. ((se afasta da mesa)).

Após a discussão dos alunos em pequenos grupos com as intervenções da professora, há uma discussão com toda a turma para fechamento de idéias. Nessa terceira fase da atividade, a turma deverá chegar a um consenso com relação à análise dos fenômenos e nesse consenso devem ser estabelecidas as concepções científicas. Prevaecem aí, portanto, abordagens de autoridade que se aliam à intenção de guiar o processo de internalização de idéias científicas que foram retomadas pelos alunos na análise dos fenômenos e, sobretudo, à intenção de introduzir outras novas idéias. Nesse sentido, predominam padrões triádicos (I-R-A), em que a professora avalia e busca dar acabamento às idéias dos alunos a fim de que estas alcancem as concepções científicas. Sara faz com que as idéias de cada grupo sejam compartilhadas por toda a turma, seleciona aquelas que considera mais adequadas, avalia e dá forma àquelas que não são apresentadas de forma consistente.

Ainda na fase final da atividade, a professora costuma retomar uma abordagem dialógica com a intenção de guiar o processo de aplicação e expansão no uso dos conceitos científicos, ou de manter a narrativa. Sara considera as idéias trabalhadas na atividade na compreensão de novos fenômenos ou discute com os alunos enfatizando tais idéias. Dessa forma, aparecem, nessa fase final da atividade, tanto estruturas de interação que se assemelham àquelas características das aulas de sala de aula regular, nas quais a professora introduz e desenvolve conceitos, e assume, portanto, uma abordagem de autoridade; e, também, estruturas que caracterizam as suas intervenções dialógicas, as quais apresentam um maior número de feedbacks, iniciações e respostas de processo e metaproceto e enunciados completos que aquelas de autoridade.

O quadro 4 sintetiza a variação nas categorias que compreendem a dimensão da interatividade e expressam as estratégias enunciativas desenvolvidas pela professora.

Fases	Intenções predominantes	Classes de abordagem	Estruturas de interação
-------	-------------------------	----------------------	-------------------------

		predominantes	predominantes
1a	Criar um problema.	Não -interativa/dialógica ou não-interativa /de autoridade.	Sem – interação
2a	Explorar os pontos de vista dos alunos; Criar um problema; (Guiar o processo de internalização).	Interativa/dialógica (com nuances de autoridade)	Presença de feedbacks em cadeias finalizadas por síntese final. $I - (R_{a1} - R_{a2} - R_{an}) - F - (R_{a1} - R_{a2} - R_{an}) - I - (R_{a1} - R_{a2} - R_{an}) - S_f (...)$
3a	Introduzir e desenvolver as idéias científicas, Guiar o processo de internalização ; (Manter a narrativa e guiar o processo de aplicação e expansão no uso das idéias científicas)	Interativa/de autoridade	$(I-R-A)_n - S_f$

Quadro 4: Intenções, classes de abordagem comunicativa e estruturas de interação predominantes em cada fase da atividade.

Os princípios de ambientes de aprendizagem fomentadores de EDP

Na discussão acima, verificamos um ritmo pelo qual as categorias dos conjuntos intenções, classes de abordagem comunicativa e padrões de interação eram articuladas ao longo da atividade. Esse ritmo associa-se a uma estrutura de desenvolvimento das atividades investigativas, o qual guarda relações com os princípios de ambientes de aprendizagem considerados por Engle e Conant (2002) como fomentadores do EDP dos estudantes.

O conceito de EDP foi configurado considerando-se uma sala de aula em que eram desenvolvidos projetos investigativos, organizada de acordo com a proposta de *Fostering Communities of Learners* (FCL). Os estudantes desenvolviam, nesse caso, uma investigação mais aberta, bem menos estruturada que a observada na sala de aula da professora Sara; todavia, podemos encontrar na forma como Sara conduz as atividades, semelhanças com os princípios indicados por Engle e Conant (2002) como favorecedores de ambientes que possam fomentar um engajamento disciplinar produtivo, sendo eles: 1) problematizar os conteúdos; 2) conceder autoridade aos estudantes; 3) conceder aos estudantes responsabilidade para com os outros e com as normas disciplinares; 4) prover os estudantes de recursos relevantes. Tais princípios foram considerados, pelos autores, gerais o suficiente para o entendimento de demais situações de ensino envolvendo, sobretudo, atividades investigativas; como também para guiar futuros esforços para planejamento de situações de aprendizagem que favoreçam engajamento.

Conforme discutimos na sessão anterior, as atividades propostas por Sara são estruturadas considerando-se problemas investigativos. Tais problemas são, tanto indicados pela professora no início da atividade, em sua primeira fase, quanto emergentes de algumas questões presentes no roteiro. Questões iniciais representam problemas, os quais traduzem a intenção da professora de engajar os alunos na estória científica a ser iniciada. Problemas relativos a diferentes aspectos do experimento a ser discutido são levantados no decorrer da atividade, em sua segunda fase, sobretudo quando os resultados experimentais contradizem

as expectativas dos alunos. É importante considerar que os problemas investigativos não necessitam ser abertos na perspectiva dos professores ou experts na disciplina, mas na perspectiva da interpretação dos estudantes, usando os seus conhecimentos e os recursos disponíveis.

No segundo momento da atividade, os grupos de alunos são responsáveis por realizar os experimentos, trabalhando, principalmente, com as relações entre hipóteses e resultados experimentais. Esses grupos são providos, portanto de autonomia suficiente para elaborar suas análises e articular os diferentes pontos de vista de seus integrantes. O suporte dado pela professora nessa fase, com a intenção de explorar os pontos de vista dos estudantes por meio de abordagens predominantemente dialógicas, como também de fomentar a criação de problemas ao longo da discussão aí estabelecida, gera espaço para a autonomia aqui considerada. Engle e Conant (2002) discutem a autonomia como um aspecto da autoridade que é reconhecida pelo professor e demais membros da comunidade aos estudantes. Na fase final da atividade, cada grupo é responsável por apresentar as suas conclusões, compartilhando-as com toda a turma. Ao tempo em que apresentam os seus pontos de vista, os grupos devem ouvir os pontos de vista dos demais e, de certa forma, manifestar uma posição quanto a estes.

O princípio de responsabilidade, discutido por Engle e Conant (2002), alia-se à idéia de que cada membro da comunidade de aprendizagem não é uma autoridade em si mesmo, mas um colaborador intelectual entre os demais membros. A responsabilidade dos estudantes se dá tendo em vista o grupo e as normas disciplinares estabelecidas. Nessa perspectiva, é compartilhada a idéia de que o trabalho intelectual de cada estudante é parte fundamental para o conteúdo e práticas que se configuram dentro e fora do ambiente mais imediato de aprendizagem. Considerando-se as aulas de Sara, podemos perceber que os alunos assumem responsabilidades que os tornam imprescindíveis nas diferentes fases da atividade, tanto na discussão nos pequenos grupos, quanto na discussão final com toda a turma. A professora, por sua vez, em vários momentos retoma, junto aos alunos, os objetivos de cada fase da atividade, a importância de seguir a ordem proposta no roteiro, dentre outros procedimentos, de modo que seja mantida a estrutura investigativa prevista. Desse modo, os alunos incorporam os papéis que lhes cabem em cada fase da atividade proposta.

A explicitação das normas pela professora, no decorrer das atividades, é parte do último princípio apontado por Engle e Conant (2002) ao proporem o conceito de EDP. Tal princípio se refere à provisão de recursos relevantes. São considerados recursos os suportes necessários para que os alunos incorporem os demais princípios. Neste sentido, incluem-se: o tempo necessário para dedicar-se a um problema e aprofundá-lo e o acesso às informações relevantes ou às normas disciplinares. Recursos para dar suporte a uma discussão podem ser os modelos e as normas envolvidas na forma de desenvolvimento da discussão. Na sequência representativa da fase 2 da atividade que discutimos, é possível verificar como a professora inicia a discussão com as alunas reafirmando a importância de responder as questões propostas de acordo com a ordem do roteiro de atividades. Conforme discutimos, o roteiro alia-se a uma dinâmica discursiva relacionada à estrutura da atividade.

Outros recursos também considerados relevantes podem ser mais específicos à natureza de um problema sob investigação, tais como impressoras, vídeos, livros, revistas etc. Ainda nessa perspectiva, entendemos que as atividades propostas pela professora Sara, em si

mesmas, são um recurso relevante para o engajamento dos estudantes. Considerando a atividade discutida na caracterização das estratégias enunciativas – diferença entre calor e temperatura – podemos perceber que tal atividade já envolvia uma dialogia explícita, ao contemplar os conceitos científico e cotidiano de calor, o que busca assegurar a inclusão dos pontos de vista dos alunos na discussão que permeou toda a atividade.

A instauração de problemas

Nós retomamos as atividades investigativas desenvolvidas por Sara, considerando como a estrutura prevista e, ainda, a forma como ela desenvolve tal estrutura, articulando diferentes intenções e classes de abordagem comunicativa, propiciam um ambiente de aprendizagem que fomenta o EDP dos estudantes. Todavia, evidências de EDP devem ser percebidas considerando-se os aspectos discursivos e interacionais nos debates, tanto dos estudantes com a professora como entre eles nos pequenos grupos. Vamos, portanto, nesse momento, redirecionar o enfoque de nossa análise para considerar como essas ações repercutem nas discussões dos grupos, tendo em vista um grupo de alunos tomado para análise.

As transcrições abaixo são parte de uma sequência que se insere na primeira aula de laboratório, na qual a professora desenvolveu a atividade “Analisando termômetros clínico e de laboratório”. O objetivo da atividade foi diferenciar os dois tipos de termômetros, considerando a relação entre as suas estruturas e os seus usos. A professora apresentou a atividade aos alunos, destacando os aspectos que eles deveriam analisar. Ela desenhou no quadro dois termômetros, indicando o clínico e o de laboratório, deixando em branco, em cada um deles, a passagem do bulbo ao capilar. Nesse sentido, ela definiu que aquela região diferenciava estruturalmente os termômetros entre si. Além desse aspecto, os alunos deveriam ainda analisar a escala e a precisão dos termômetros. A intervenção da professora no grupo, apresentada a seguir, ocorreu com a tentativa de estabelecer junto às alunas o que interessava observar e discutir naquele momento.

Turno	Transcrições	Aspectos contextuais
14	Cla: A gente notou duas coisas.	A aluna se dirige à professora quando esta se reaproxima do grupo
15	Jé: Esse aqui não é de mercúrio não fessora?	Referindo-se ao líquido no interior do termômetro de laboratório
16	Profa: Não, esse é de álcool.	A professora responde e vai até à sua mesa onde pega outro termômetro
17	Cla: Não falei, o de mercúrio é prateado, sô.	Dirigindo-se à Je
18	Je: Ah, por isso que ele estava errado aqui, ó.	
19	Profa: Tanto faz tá gente ((passando um termômetro de mercúrio para o grupo em lugar do termômetro de álcool)) mas só prá vocês não acharem que a diferença é por / é porque é a diferença do mercúrio.	
20	Je: Professora, mas olha só, esse aqui cê pega nele e ele sobe já, ó, ((mostrando a coluna de álcool no termômetro de laboratório)).	
21	Car: Professora, é porque eu não tava olhando a bolinha não, [eu tava olhando antes da bolinha.	Referindo-se ao bulbo de mercúrio do termômetro.

22	Ca₁ : [Eu peguei e ele desceu fessor, você acredita?	A aluna se refere a coluna de álcool do termômetro
23	Profa : Alguém tava mais quente que você, então.	Dirigindo-se a Ca ₁
24	Cla : Professora, é porque a gente viu essa bolinha, e a gente viu também que mais embaixo tem//	
25	Car : É como se fosse separado embaixo.	
26	Profa : Isso ((um pouco enfática)). Essa é a restrição que eu quero que vocês vejam, olha lá. Cê tá vendo? Você tá vendo que aqui é como se fosse um esmagamento?	
27	Car : É que eu achei que era a bolinha que ((inaudível)).	
27	Profa : É porque é na bolinha também.	
28	Profa : Você viu que aqui é a principal restrição, vocês viram?	
29	Cla É.	
30	Car : Mas, prá que?	
31	Alunas e professora : (inaudível)	
32	Profa : Qual que é a diferença? Gente, vocês viram uma restriçãozinha?	
33	Am : Não.É isso que eu tô tentando ver.	
34	Profa. : Dá uma olhada então. Olha aqui ó, parece que ele tá quebrado, tá solto aqui no termômetro. Viu? O outro não tem isso ó. Se você olhar o outro, o outro passa total.	A professora dirige atenção à Am e as demais alunas se aproximam da professora
35	Am : É.	
36	Jé : Por que?	
37	Cla : Eu acho que tem a ver com o objetivo dos dois.	
38	Profa : Isso, tem a ver é aquilo ali, ó, o modo de efetuar a leitura ((mostra o desenho no quadro))	
39	Je : O fessor eu não vi isso até agora.((com expressão de incômodo))	
40	Profa : Espera aí que eu vou te mostrar. ((dirigindo-se a Je)). O modo de efetuar a leitura versus construção. ((a professora se aproxima de Je)) Olha lá, tá vendo? Parece que ele tá meio solto, é apertadinho para ele passar aqui.	
41	Je : Parece que ele tem um buraco aqui.	
42	Profa : é como se fosse, mas ele não, ele passa, ele só é apertadinho prá passar. Por quê? Por que isso ajuda no modo de efetuar a leitura? Discutam entre vocês	
43	Je : Porque ele mede, ele mede// ((dirigindo-se a professora))	
44	Profa : Entre vocês. Eu não ((se afasta da mesa))	

Quadro 5: Sequência 02b do Episódio 13 - Aula 01

Na sequência acima transcrita, a intervenção da professora no grupo se dá de forma a estruturar e delimitar o foco das atenções. Embora Sara tenha explicitamente colocado para a turma os aspectos a serem discutidos, outras características chamam a atenção das alunas, ou ainda, as alunas não “vêm” o termômetro com o mesmo olhar que a professora deseja. A fim de orientar as atenções na análise do grupo, ela assume uma abordagem comunicativa que envolve uma grande tensão entre a dimensão dialógica e a de autoridade. A cada investida das alunas no sentido de considerar outro aspecto, Sara tenta orientar a discussão para o aspecto desejado, ao tempo em que procura não ignorar as contribuições de cada uma delas. Je (turno 18) considera a diferença entre os líquidos dos termômetros, um de mercúrio (cor branca metálica) e outro de álcool com corante (de cor vermelha). Diante de sua observação, a professora (turno 19) troca o termômetro de álcool por outro de

mercúrio, indicando que aquele aspecto não é o que interessa para diferenciar os dois tipos de termômetro, naquele momento. Ca1 (turno 22) acha curioso o líquido do termômetro descer, indicando diminuição de temperatura, quando ela o segurou. Sara dá prontamente uma resposta para o fato, retirando-o da discussão. É interessante observar que Sara não fomenta a discussão sobre o funcionamento dos termômetros naquele momento. A observação de Je no turno 20, a qual se relaciona diretamente à estrutura do termômetro de laboratório não é considerada por ela. As afirmações de Cla e de Car (turnos 24 e 25 respectivamente), por sua vez, são reafirmadas pela professora: “Isso, essa é a restrição que eu quero que vocês vejam, Olha lá, tá vendo? Você tá vendo que aqui é como se fosse um esmagamento?” O interesse da professora é de proporcionar a instauração do problema, interferindo o mínimo na análise dos alunos.

Gradativamente, a professora vai conduzindo o olhar das alunas na direção desejada. A idéia de que não há interrupção entre o bulbo e o capilar do termômetro, apenas certa restrição à passagem do líquido, vai sendo compartilhada pelo grupo. As questões de Cla (turno 30), “mas prá que?” e Je (turno 36), “por quê?” expressam a instauração do problema a ser refletido/investigado. No turno 37, Cla propõe uma resposta para tais questões. Nesse momento, a professora dá forma às idéias de Cla, buscando refinar o olhar sobre o que deve ser considerado: “Isso, tem a ver é aquilo ali, ó, o modo de efetuar a leitura ((mostrando o desenho no quadro e os aspectos que deveriam ser discutidos))”. A seqüência é interrompida pela professora quando Je insiste em apresentar hipóteses para a questão. Nesse momento, a professora atribui autonomia ao grupo, excluindo-se da discussão. No seu último turno, ela expressa que o grupo já pode e deve discutir sem seu suporte: “Discutam entre vocês. Entre vocês, eu não.”

Na seqüência acima transcrita, podemos perceber o movimento discursivo da professora em prol da instauração de uma questão investigativa. Ela contribui para tornar mais visível a idéia de que a instauração de um problema não é algo que se dá prontamente pela informação direta da professora aos alunos ou pela simples observação dos objetos ou fenômenos envolvidos. Mesmo quando a questão se refere a um aspecto diretamente observável, como no caso da estrutura dos termômetros, isto requer uma interanimação de idéias a fim de que seja efetivamente incorporada pelos alunos na perspectiva proposta pela professora.

Na discussão acerca da não equivalência das quantidades de calor cedido e recebido, pudemos perceber que a professora explorou os pontos de vista dos alunos de modo que eles expressassem de forma consistente suas idéias. Essa tomada de consciência acerca do princípio que dava sustento às suas previsões promovia uma percepção mais sofisticada acerca da questão sobre a não equivalência das quantidades de calor cedido e recebido pelos sistemas envolvidos nos experimentos. Tal questão emerge de forma mais clara e consistente quando os alunos refletem sobre as suas previsões de que tais quantidades deveriam ser equivalentes; e tal reflexão, conforme pudemos verificar, ocorreu em função de uma intervenção nítida da professora nas discussões com o grupo. Nesse sentido, mais que propor questões diretamente aos alunos ou indicar aspectos diretamente observáveis, Sara trabalha na tensão entre abordagens dialógicas e de autoridade, a fim de que os alunos se apropriem das questões propostas ao longo das atividades, com o nível de elaboração por ela pretendido. Essas interações da professora com os alunos, desenvolvidas sob a intenção de instaurar problemas, são, acima de tudo, fundamentais para que seja gerado um ambiente propício para o engajamento.

Alguns aspectos indicativos de engajamento dos estudantes.

Abaixo, apresentamos um fragmento da discussão entre as alunas do grupo após a intervenção da professora, o qual nos permite avançar na discussão sobre a instauração de problemas e o EDP dos estudantes.

Turno	Transcrições
45	Cla: Então ele é mais preciso, muito mais preciso do que este.((comparando os dois termômetros))
46	Ca: Ah, realmente.
47	Cla: Mas olha, ela ((referindo-se à professora)) falou que tem a ver com o modo de efetuar a leitura.
48	Je: Com a medida baixa não é tão precisa, deve ser, não é?
49	Ca: Deve ser pra medidas altas.
50	Je: Vai de 10 até 110. ((referindo-se à extensão do termômetro de laboratório))
51	Cla: Um começa do zero, o outro não.
52	Je: ((inaudível))
53	Cla: Esse aqui não, vai de 0,1 em 0,1.
54	Je: Ele mede bem menos.((referindo-se ao termômetro clínico comparado ao de laboratório))
55	Ca: Ele ((referindo-se ao termômetro clínico)) tem menos capacidade, mas é mais preciso. Se ele comesse do zero, ele ia ser desse tamanho minha querida. ((abre os braços ao máximo)).
56	Cla: Ele é mais preciso, porque, porque igual vocês falaram, vai de 1 em 1. De 0,1 em 0,1 ((corrigindo a afirmação anterior)). Então, se tem uma melhor (inaudível) já é alguma coisa pra//
57	Je: A gente tá desviando do assunto e não tá falando porque que tem aquele buraquinho lá
58	Car: Exatamente.
59	Alunas: É...
60	Am: Quando a gente tá trabalhando lá no laboratório, vamos supor... se a gente tá lá no laboratório, você não precisa saber que o líquido esquentou 0,1.
61	Car: Isso a gente já chegou à conclusão: que ele ((o termômetro clínico)) é mais preciso. Agora o que a gente tá querendo saber? A gente quer saber por que ele tem uma dobrinha.
	Conversa inaudível ((alunas conversam aos pares. Je fala para Ca₁ sobre o termômetro de laboratório analisando-o))
62	Car: A professora tá perguntando, por que, tipo é. Como é que ela falou? Por que restringe a passagem?
63	Je: Humm. Porque se ele ((considerando o termômetro clínico)) fosse assim, ó ((apontando para o termômetro de laboratório)), ia acontecer igual esse, a gente, se a gente tocasse assim, ele ia subir. ((mostrando o termômetro de laboratório para as outras))
64	Ca₁: Então aquele precisa de uma temperatura forte. É, é eu acho que é isso mesmo ((com ar de surpresa))
65	Je: Sabe por quê? Porque esse aí só da gente encostar ele já sobe. E pro outro acontecer isso, prá medir mais “detidamente” [precisa ficar um tempo, é preciso dar um tempo maior prá ele poder//
66	Ca₁: ((interrompe a fala de Je e pega para si o termômetro da sua mão)). Esse aqui quando a gente encosta ele já sobe]. Aquele outro cê precisa de uns três minutos. Cê lembra que a gente põe e cê tem que esperar prá poder chegar na temperatura né?. ((falando para Car ao mesmo tempo que Je))
67	Am: Boa Je

Quadro 6: Discussões das Alunas Sobre os Termômetros Clínico e de Laboratório-Parte 2

Na transcrição acima, as alunas discutem, logo após a saída da professora, as características dos termômetros tentando explicar o porquê da restrição da passagem do bulbo ao capilar no termômetro clínico. É possível verificar no breve excerto da discussão, algumas características discursivas ou aspectos interacionais apontados por Engle e Conant (2002), como indicadores de EDP: todas as integrantes do grupo se envolvem na discussão, fornecendo aportes substantivos ao seu conteúdo, as contribuições de cada uma delas estão em sintonia com aquelas apresentadas pelas colegas em turnos anteriores, sem consistirem, portanto, em comentários isolados e, não há alunas distraídas. Engle e Conant (ibidem) discutem que a análise do discurso da sala de aula fornece as evidências de engajamento, considerando principalmente aspectos tais como os modos de participação dos estudantes nas diversas atividades propostas, em que proporção tal participação ocorre e como as diferentes contribuições dos estudantes são receptivas às de outros.

O fragmento de sequência nos permite, sobretudo, verificar como o alto nível de dialogismo que se estabelece no grupo é frutífero. A discussão abre espaço para vários aspectos, sem perder de vista o foco que a professora estabeleceu junto ao grupo. As idéias que surgiram foram debatidas, o grupo alcançou certas conclusões e buscou outras respostas durante toda a discussão. A liderança para condução do debate se revezou entre as alunas. Em determinados momentos, Car pontuou aspectos que davam certa ordem ao debate. Em outros momentos Je e Cla o fizeram. Essa dinâmica pode ser percebida como fruto dos problemas devidamente instaurados. Consideramos ainda que a professora favorece essa dinâmica quando não privilegia as falas de certos alunos em detrimento das falas de outros. Além disso, durante o momento em que interage com cada grupo em particular, ela espera que todos os alunos se envolvam na discussão que se estabelece. Desse modo, ela favorece também nessa dimensão o EDP dos alunos

Os depoimentos das alunas integrantes do grupo aqui tomado para análise, expressam a sua disposição em se engajar nas aulas de laboratório, citando como aspecto relevante o espaço gerado para discussão nas atividades aí desenvolvidas. Isso pode ser verificado no depoimento da aluna Cla:

O que eu mais gosto assim da aula de prática é que a Sara, ela não chega e fala: ah, isso vai acontecer por causa disso, disso e disso. Ela pede prá gente fazer o experimento e prá gente mesmo, a gente no grupo discutir e achar, tipo assim, por que é que isso tá acontecendo. A gente mesmo ((enfática)) e depois a gente conversa com ela. (Cla, em entrevista realizada em 10/2005)

Cla ainda revela, nessa entrevista, porque considera o trabalho em grupo envolvente.

[...] Por que a gente consegue discutir. Eu tenho uma idéia. A gente tá vendo o experimento, por exemplo, a gente fazendo o experimento. Eu tenho uma idéia, às vezes a Car pode ter outra e, sei lá, bater assim e começar a discutir o que realmente é certo. Por que cada uma pensa de um jeito entendeu? Aí eu acho legal. (Cla, em entrevista realizada em 10/2005)

Os aspectos apontados por Engle e Conant (2002) como indicadores de engajamento podem expressar engajamento disciplinar quando existe íntima relação entre tais ações dos estudantes e questões e práticas do discurso curricular ou de uma disciplina em particular. Os autores observam ainda que o engajamento é considerado produtivo quando os

estudantes expressam progresso intelectual. Eles observam que tal progresso pode ser principalmente inferido, entre outros aspectos, pelo avanço na qualidade e sofisticação dos argumentos e pela apresentação de novas idéias e questionamentos relacionados ao conteúdo disciplinar. Em outras ocasiões, ele pode ser aparente no reconhecimento de uma confusão cognitiva por parte do estudante, pela construção de uma nova conexão entre idéias ou pelo planejamento de algo para satisfazer um objetivo. A análise das sequências aqui apresentadas aponta para esse progresso.

Considerações Finais

A análise apresentada neste artigo mostra como os aspectos interativos das estratégias enunciativas, envolvendo a forma como a professora trabalha com diferentes intenções e classes de abordagem comunicativa, proporcionam uma estrutura de atividade investigativa que, efetivada, constitui um ambiente de aprendizagem favorecedor do engajamento disciplinar dos alunos. A análise das interações discursivas indica aspectos pelos quais é possível inferir engajamento. Enfatizamos, em nossa análise, o movimento discursivo conduzido pela professora para a instauração de um problema de investigação, na segunda fase da atividade, como estratégia fomentadora do engajamento. Aliada a tal intenção, percebemos que Sara adota uma abordagem comunicativa que revela uma tensão entre o discurso dialógico e o de autoridade. Ao tempo em que procura fazer com que os alunos assumam o problema de investigação na perspectiva pretendida, Sara dá espaço para os diferentes pontos de vista dos alunos.

Vale ressaltar que as demais intenções, compondo as estratégias enunciativas articuladas pela professora, contribuem também para que os alunos permaneçam engajados nas diferentes fases das atividades por um bom período de tempo. Conforme discutimos, a professora dá início ao trabalho com os alunos propondo a atividade e, nessa primeira fase, atua com a intenção de instaurar um problema, a fim de engajar os alunos no desenvolvimento inicial da história científica. Na segunda fase da atividade, em que os alunos trabalham em pequenos grupos, elaborando hipóteses e dando sentido para os resultados experimentais, Sara trabalha intercalando entre si as intenções de criar um problema, explorar os pontos de vista dos alunos e guiar o processo de internalização de idéias científicas que os alunos trazem para a análise dos fenômenos. Nessa fase, a instauração de problemas se dá tendo-se em vista o desenvolvimento e análise dos experimentos; trata-se, portanto, de uma instauração mais elaborada que na primeira fase, onde a atividade apenas é proposta. Na terceira fase da atividade, em que é desenvolvida uma discussão com toda a turma para fechamento de idéias, predominam, num primeiro momento, as intenções de guiar o processo de internalização e introduzir/desenvolver a história científica; num momento final, predominam as intenções de manter a narrativa, em que a professora revê junto aos alunos o progresso da história científica desenvolvida, e a intenção de guiar o processo de expansão no uso das idéias científicas, momento em que tais idéias são aplicadas às novas situações.

A percepção das diversas intenções e classes de abordagem comunicativa conta com a identificação dos padrões de interação, de modo que estes últimos são percebidos como indicadores dos dois primeiros aspectos considerados.

O trabalho que aqui apresentamos focalizou as ações da professora no sentido de perceber como tais ações adequavam-se à instauração de um ambiente de aprendizagem propício ao

engajamento dos alunos. Este último foi percebido segundo a discussão proposta por Engle e Conant (2002) na abordagem aos ambientes favorecedores de EDP. Foge ao escopo do nosso trabalho apresentar uma análise mais aprofundada dos diferentes aspectos envolvidos nas relações desenvolvidas entre os integrantes do grupo e que podem ser percebidas em suas contribuições ao engajamento. Tal abordagem pode ser considerada em futuras pesquisas.

Consideramos que o trabalho aqui apresentado contribui para a reflexão sobre o que pode estar envolvido em salas de aula de ciências que se constituem em efetivos ambientes de aprendizagem, em que os alunos se engajam colaborativamente ao longo das atividades investigativas. Ressaltamos, por fim, a importância de investir nas microanálises a fim de dar visibilidade a movimentos discursivos e interativos de professores, os quais acabam por contribuir para um bom nível de envolvimento dos alunos.

Agradecimentos

Agradecemos à Professora Sara, por abrir as portas de sua sala de aula para a pesquisa, e ao CNPQ pelo apoio financeiro.

Referências

AGUIAR, O.; MORTIMER, E. F. Promovendo a tomada de consciência dos conflitos a superar: análise da atividade discursiva em uma aula de ciências In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: REFLEXÕES PARA O ENSINO, 2, 2003, Campinas. **Atas do II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões para o Ensino**. Campinas: Programa de Pós-graduação em Educação da UFMG e da UNICAMP, 2003.

BAKHTIN, M.M. **Estética da criação verbal**. Trad. Maria Ermantina Galvão. 3. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

_____. **Speech genres & other late essays**. Trad. Vern W. McGee. Austin: University of Texas Press, 1986.

_____. VOLOCHÍNOV, V. N. **Marxismo e filosofia da linguagem**. Trad. M. Lahud e Y. F. Vieira. 11. ed. São Paulo: Hucitec, 1929, 2004.

CHIN; CHIA. Problem-based learning: using students' questions to drive knowledge construction science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 88, n. 5, p. 707-727, 2004.

CRAWFORD, T.; KELLY, G. J.; BROWN, C. Ways of knowing beyond facts and laws of science: an ethnographic investigation of student engagement in scientific practices. **Journal of Research in Science Teaching**, v 37, n. 3, p. 237-258, 2000.

CRAWFORD, T. What Counts as Knowing: Constructing a communicative repertoire for student demonstration of knowledge in science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 42, n. 2, 139-165, 2005.

DRIVER; NEWTON, P.; OSBORNE, J. Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. **Science Education**, v. 84, n. 3, p. 287-312, 2000.

ENGLE, R. A.; CONANT, F. R.. Guiding principles for fostering productive disciplinary engagement: explaining an emergent argument in a community of learners classroom. **Cognition and Instruction**, v. 20, p. 399–484, 2002.

KELLY, G. J; BROWN, C; CRAWFORD, T. Experiments, contingencies and curriculum: providing opportunities for learning through improvisation in science teaching. **Science Education**, v. 84, n. 5, p. 624-657, 2000.

LEMKE, J. L. **Talking science: Language, learning and values**. Norwood, NJ: Ablex, 1990.

MEHAN, H.. **Learning lessons: Social organization in the classroom**. Cambridge, MA: Harvard. University Press, 1979

MORTIMER, E.F; SCOTT, P. **Meaning making in secondary science classrooms**. Buckingham: Open University Press, 2003.

_____. MASSICAME, T.; BUTY, C.; TIBERGHIE, A. Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de ciências. In NARDI, R. **A pesquisa em ensino de ciência no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 53-94.

POLMAN; PEA. Transformative communication as a cultural tool for guiding inquiry science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 35, n. 3, p. 223-238, 2001.

ROYCHOUDHURY, A.; ROTH, W-M. Interactions in an open-inquiry physics laboratory. **International Journal of Science Education**, v. 18, n. 4, p. 423-445, 1996.

SCOTT, P; MORTIMER, E. F; AGUIAR, O. The tension between authoritative and dialogic discourse: a key feature of meaning making interactions in secondary school science classrooms. **Science Education**, n. 90, p.605-631, 2006.

SILVA, A.C.T. **Estratégias enunciativas em salas de aula de Química: contrastando professores de estilos diferentes**. 2008, 476f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SILVA, A.C.T.; MORTIMER. Estratégias enunciativas em salas de aula de química: Parte 1-a dimensão da interatividade. In. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO E CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - ENPEC**. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

_____.Estratégias enunciativas em salas de aula de química: parte 2 – fomentando o engajamento disciplinar produtivo. In. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO E CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências - ENPEC**. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.

WERTSCH, J. **Voices of the mind: a sociocultural approach to mediated action**. Cambridge: Harvard University Press, 1991.

Recebido em setembro de maio de 2010, aceito em outubro de 2010.